ÜBER DEN
FARBSTOFF DER MUSKELN.

INAUGURAL-DISSERTATION

der

medicinischen Fakultät

der

KAISER-WILHELMS-UNIVERSITÄT STRASSBURG

zur

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

vorgelegt von

LUDWIG LEVY

Assistenzarzt in Stephansfeld.

STRASSBURG

Universitäts-Buchdruckerei von J. H. Ed. Heitz

(Heitz & Mündel)

1888.

ÜBER DEN
FARBSTOFF DER MUSKELN.

INAUGURAL-DISSERTATION

der

medicinischen Fakultät

der

KAISER-WILHELMS-UNIVERSITÄT STRASSBURG

zur

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

vorgelegt von

LUDWIG LEVY

Assistenzarzt in Stephansfeld.

STRASSBURG
Universitäts-Buchdruckerei von J. H. Ed. Heitz
(Heitz & Mündel)
1888.

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Fakultät der Universität Strassburg.

Referent: **Prof. Dr. Hoppe-Seyler.**

MEINEN LIEBEN ELTERN

GEWIDMET.

Auf die rote Färbung der Muskeln, die sich bei vielen Tieren findet, hatten schon lange einzelne Forscher ihre Aufmerksamkeit gelenkt, doch hielt man dieselbe für nebensächlich und schenkte ihr keine allgemeine Beachtung. Erst in den letzten Jahrzehnten sind eingehendere Untersuchungen darüber bekannt geworden. Köllik er[1] war der erste, der die rote Farbe der Muskeln einem den Muskeln eigentümlichen Farbstoff zuschrieb. Er sagt: „Die Muskeln des Menschen haben fast ohne Ansnahme eine rote Farbe, die um so dunkler und gleichmässiger ist, je kräftiger das Individuum war, je weniger es an abzehrenden Krankheiten gelitten hatte. Diese Farbe rührt nicht von den sehr zahlreichen Blutgefässen, sondern von einem besonderen Farbstoff her, der in den Muskelfasern selbst seinen Sitz hat. Dies wird einfach dadurch bewiesen, dass es auch Muskeln giebt, die, obschon ebenso reich an Capillargefässen doch eine ganz blasse Farbe haben, so die meisten Muskeln der Fische und Amphibien, viele Muskeln von Vögeln und zum Teil auch die Hautmuskeln der Säugetiere und Menschen, z. B. Platysma, Orbiculuris palpebrarum; ferner dadurch, dass einzelne Muskelbündel eine ganz deutliche gelbliche Färbung besitzen, und dass sie bei ihren Contraktionen, wo sie doch blutleer werden und nach Bichat[2] auch bei dunklem Blut (bei Asphyxie) ihre Farbe nicht verändern.

---

[1] Kölliker, Mikroskopische Anatomie 1850, II, Band I, p. 248.

[2] Bichat, Anat. génér., Paris 1801, übers. von Pfaff. Leipz. 1803, II, 1, p. 199.

„Der Farbstoff der Muskeln", so fährt Kölliker fort, „(und diese selbst) wird gleich dem des Blutes in der Luft und noch mehr im Sauerstoff hochrot, in Schwefelwasserstoff dunkel, in Wasser, nicht aber durch Salze wird derselbe ausgezogen und zwar sehr leicht, worin wohl, d. h. in einer Aenderung des Concentrationsgrades des die Muskeln tränkenden Plasmas, vorzüglich der Grund zu suchen ist, dass dieselben in Krankheiten so gern ihre Farbe ändern."

Einige Jahre später untersuchten Valenciennes und Fremy[1] die Muskeln des Lachses, welche hinsichtlich ihrer Farbe eigentümliche Verschiedenheiten zeigten. Es gelang ihnen aus denselben einen Farbstoff, auf den schon Humphry Davy aufmerksam gemacht hatte, in Form einer ölartigen Flüssigkeit zu gewinnen. Sie wiesen nach, dass diese Flüssigkeit eine fette Säure sei, und nannten die darin enthaltene gefärbte Substanz, acide salmonique.

Der Farbstoff des Lachsfleisches wurde später, was schon hier Erwähnung finden möge, von Krukenberg und Wagner[2] abermals untersucht. Sie entzogen den hellroten Lachsmuskeln durch heissen Alkohol oder alkoholischen Aether einen Farbstoff, der sich spektroskopisch als eigentümlich erwies, den sie Rodophan nannten, aber gleichfalls nicht zu isolieren vermochten. Die dunkeln Lachsmuskeln enthalten nach ihnen kein Rodophan, sondern nur Hämoglobin.

Die weitere Geschichte des Muskelfarbstoffes schloss sich an die Untersuchungen von Hoppe-Seyler über den Farbstoff des Blutes und an die Welcker'sche Methode der Bestimmung der Blutmenge.

---

[1] Frémy et Valenciennes, Recherches sur la composition des muscles dans la série des animaux. Journ. de Pharm. 1855.

[2] Krukenberg und Wagner, Ueber Besonderheiten des chemischen Baues contraktiler Gewebe. Zeitschr. f. Biol. XXI, p. 25. 1885.

Es wurde jetzt der Nachweis der Identität von Blut- und Muskelfarbstoff erbracht. Kühne[1] zeigte, dass der Muskelfarbstoff nach Ablauf der Totenstarre im Muskelserum enthalten ist. Er stellte ihn dar, indem er Kaninchen durch Verbluten tötete und sofort mit mehreren Liter einer Kochsalzlösung von $^1/_2$ % unter allmählich wachsendem und bis zu 4 Fuss Wasser steigendem Druck durchspülte, so dass alle Muskeln blutfrei waren. Dann zerkleinerte er die Muskeln und zog sie mit dem gleichen Gewicht kalten Wassers aus. Dies letztere nahm er an den gefärbten und ungefärbten Muskeln des Tieres getrennt vor. Die zweite Portion liess spektroskopisch untersucht das Sonnenspektrum ganz unverändert, während die erstere die Absorptionsstreifen des Oxyhämoglobin zeigte. Das Verhalten des Muskelfarbstoffes gegen Gase und die Zersetzungsprodukte desselben stimmten vollständig mit denen des Hämoglobin überein.

Es war hiernach kaum zu bezweifeln, dass die Farbe der Muskeln durch einen dem Muskel selbst angehörenden Farbstoff bedingt ist, und dass dieser Farbstoff mit dem Hämoglobin identisch ist, da er optisch und chemisch dieselben Eigenschaften zeigt.

Die Welcker'sche Methode der Bestimmung der Blutmenge lenkte eine grössere Aufmerksamkeit dem Muskelfarbstoff zu, da derselbe eine Fehlerquelle dieser Methode bildet. Welcker allerdings und seine nächsten Nachfolger, darunter Heidenhain, berücksichtigten den Muskelfarbstoff nicht und rechneten ihn in ihren Versuchen mit.

Panum[2] dagegen glaubte sich überzeugt zu haben, dass

---

[1] Kühne, Ueber den Farbstoff der Muskeln. Virchows Archiv 1865, XXXIII, p. 79; s. auch Kühne, Lehrb. der phys. Chem. 1868, p. 288.

[2] Panum, Experimentelle Untersuchungen über die Mengenverhältnisse des Blutes und seiner Bestandteile durch die Inanition. Virchows Archiv 1864, XXIX, p. 24.

die Färbung der Muskeln wesentlich von dem in ihren Gefässen enthaltenen Blute herrühre, das sich ziemlich leicht auswaschen lasse, und dass sie danach auch bei der Maceration das Wasser nicht mehr merklich färben, obgleich sie einen sehr schwachen Farbenton dabei bewahren, den er deshalb als den Muskelfasern eigentümlich betrachtete. Er erkannte also das Vorhandensein des Muskelfarbstoffs an, glaubte ihn jedoch für unwesentlich halten zu können.

Kühne[1] dagegen meinte, dass die Welcker'sche Methode nur für solche Tiere brauchbar sei, deren Muskeln farblos sind.

Gscheidlen[2] berechnete die Menge des Muskelfarbstoffs bei Kaninchen und Meerschweinchen als Blutfarbstoff nach der Welker'schen Methode. Er fand sehr bedeutende Schwankungen der Mengen. Er glaubt, dass, obschon der Muskelfarbstoff bei Kaninchen in sehr geringer Menge vorhanden ist, da viele Muskeln, z. B. der Psoas, gar keinen Farbstoff enthalten, doch durch irgend einen Vorgang, vielleicht durch die Maceration, der Muskelfarbstoff in den Fällen, in denen seine Menge ausserordentlich gering ist, sich zersetzt hat und nicht mehr vollständig bestimmt werden kann. Gscheidlen schliesst aus seinen Versuchen, dass bei der Bestimmung der Blutmenge der Muskelfarbstoff nicht vernachlässigt werden darf, wenn man nicht zu hohe Zahlen erhalten will.

In demselben Jahre untersuchte Lankester[3] spektroskopisch die Muskeln bei verschiedenen Wirbeltierklassen. Er

---

[2] Kühne, l. c.

[1] Gscheidlen, Studien über die Blutmenge und ihre Verteilung im Tierkörper. Unters. aus dem phys. Lab. zu Würzburg 1869.

[2] Lankester, Spectroscopic examination of animal substances. Journ. of anat. and physiol. 1869.

fand Hämoglobin in den Muskeln bei den Säugetieren und Vögeln. Bei den meisten Reptilien und Fischen dagegen fand er es nicht.

Er machte die Bemerkung, dass die thätigsten Muskeln bei einigen Fischen es zu enthalten scheinen, wie überhaupt die thätigsten Wirbeltiere es durchgehend in ihren Muskeln besitzen. Brozéit[1] versuchte die Bedeutung des Muskelfarbstoffs abzuschwächen. Er glaubt, dass die roten Blutkörperchen ins Muskelgewebe eintreten und von da aus der Blutfarbstoff diffundiere. Er stützt sich dabei auf Versuche Prussaks, der bei ClNa-Fütterung oder Injection von ClNa ins Blut die Blutkörperchen per diapedesin ins Gewebe treten sah. Ferner führt er für seine Ansicht die „enorme Differenz" an, welche Gscheidlen bei annähernd gleichen Tieren derselben Gattung für das Muskelhämoglobin erhielt. Er schliesst daraus, dass die in den Muskeln gefundene Hämoglobinmenge nicht ein Bestandteil des lebenden Muskels, sondern des hineindiffundierten Blutfarbstoffs sei. Ferner nimmt er an, dass alle die Muskeln der roten Farbe entbehren werden, welche eine geringe Funktion verrichten, und dass diejenigen, welche am meisten und beim Absterben des Organismus am längsten thätig sind, die rötesten sein werden. Er ist aber nicht im Stande, für die letztere Behauptung experimentelle Beweise bringen zu können. Auch Ranke[2] glaubte, dass das Blut sich nicht vollkommen aus den Muskeln entfernen lasse und deshalb sich der Blutfarbstoff des restierenden Blutes dem Muskelfarbstoff zumische.

Brozéits Behauptungen fanden eine direkte Wider-

---

[1] Brozéit, Bestimmung der absoluten Blutmenge im Tierkörper nach einer von Prof. v. Wittich vorgeschlagenen Methode. Archiv f. Phys. 1870, III, p. 352.

[2] Ranke, Die Blutverteilung und der Thätigkeitswechsel der Organe. Leipzig 1871.

legung durch eine Untersuchung von Lankester[1]. Es gelang diesem, das Hämoglobin in den Muskeln verschiedener Gastropoden nachzuweisen, deren Blut kein Hämoglobin enthält. Er erhielt in diesen Muskeln den einzelnen Streifen des Hämoglobin durch Zusatz von reducierenden Substanzen.

Er glaubt hieraus den Schluss ziehen zu können, dass den Bemerkungen von Brozéit keine Bedeutung beizulegen sei. Ferner behauptet er, dass die Menge des im Muskelgewebe angehäuften Hämoglobin mit der funktionellen Thätigkeit und der Ernährung variiere. Während nämlich bei den Wirbeltieren einige Muskeln gefärbt seien, andere dagegen farblos, seien die thätigsten und stärksten Muskeln in allen Fällen (das Herz der Fische und Amphibien) und alle Muskeln (nämlich fast alle quergestreiften) bei den thätigsten und kräftigsten Klassen (Säugetieren und Vögeln) mit Hämoglobin ausgestattet.

Gscheidlen[2] wendete sich ebenfalls gegen Brozéits Behauptungen, indem er zunächst darauf verweist, dass die Versuche von Prussak durch Cohnheim widerlegt und von Prussak selbst zurückgenommen seien. „Wären die Versuche von Prussak aber auch richtig", so fährt er fort, „so wäre immerhin die Frage noch zu lösen, warum denn der Durchtritt von Blut nicht gleichmässig in alle Muskeln, sondern nur in einzelne geschehe."

Gscheidlen versuchte ferner wegen der diesbezüglichen Bemerkungen von Brozéit und Lankester zu ermitteln, ob durch Thätigkeit oder durch Ruhe sich der Gehalt an

---

[1] Lankaster, Ueber das Vorkommen von Hämoglobin in den Muskeln der Mollusken und die Verbreitung desselben in den lebendigen Organismen. Pflügers Archiv IV, p. 315. 1871.

[2] Gscheidlen, Bemerkungen zu der Welcker'schen Methode der Blutbestimmung in den Organen einiger Säugetiere. Pflügers Arch. VII, p. 530. 1873.

Muskelfarbstoff ändere. Er fand aber bei einem curarisierten Tiere mehr Muskelfarbstoff als bei einem strychnisierten; dagegen bei einem strychnisierten mehr als bei einem durch Nackenstich getöteten. Diese Versuchsergebnisse ermunterten ihn nicht, nach dieser Richtung hin weitere Versuche anzustellen.

Auch Ranvier[1] hatte bei seinen histologischen Untersuchungen der Muskeln Gelegenheit, das Vorhandensein von Hämoglobin in den Muskeln zu constatieren. Er sagt in einer Anmerkung, ohne die ältere Beobachtung Kühnes zu berücksichtigen: „J'ai examiné au microspectoscope des muscles rouges du lapin, dont les vaisseaux sanguins avaient été lavés aussi complétement que possible, et j'y ai vu les bandes d'absorption d'hémoglobine oxygênée tandis que je n'ai pu les observer sur les muscles pêles."

Ranvier glaubt, wie es Kühne bereits ausgesprochen hatte, dass die Muskeln in ihrem Hämoglobin ein Sauerstoffreservoir besitzen, das ebenso wie die von ihm nachgewiesenen kleinen Capillaraneurysmen der Muskelgefässe während der Contraktion, wo der Muskel kein Blut aufnehme, nützlich sei.

Bezüglich der Frage der Verschiedenheit des Hämoglobingehalts der Muskeln stellt Meyer[2] die Ansicht auf: Die rote Färbung findet man überall da, wo eine bedeutendere Leistung und demzufolge regerer Stoffwechsel stattfindet. Zum Beispiel ist das Herzfleisch der Kaltblüter rot, die gestreiften Brustmuskeln gutfliegender Arthropoden sind gelb, die nicht gestreiften Kaumuskeln mancher Gastropoden rot.

---

[1] Ranvier, Note sur les vaisseaux sanguins et la circulation dans les muscles rouges. Gaz. méd. de Paris 1874, p. 43.

[2] Meyer Ernst, Ueber rote und blasse quergestreifte Muskeln. Archiv f. Anat. u. Phys. 1875, p. 217.

Er schliesst aus seinen zahlreichen vergleichenden Untersuchungen, dass die Differenz zwischen roten und blassen Muskeln eine durch verschiedenen Gebrauch derselben entstandene und merkwürdiger Weise bei einzelnen Haustieren erst vermöge der Züchtung nnd mangelnder Bewegung hervorgerufene Eigentümlichkeit sei.

Ranvier[1] dagegen glaubt, dass die blassen Muskeln vorzugsweise der aktiven Bewegung dienen, während die roten sich langsamer und dauernder contrahieren und deshalb wohl der Regelung und Erhaltung des Gleichgewichts vorstehen.

Kühne[2] kam nochmals auf die Behauptung von Brozéit und Lankester zurück, wonach die Menge des Hämoglobins im Muskel von der Thätigkeit des letzteren abhängen solle. Er fand, dass bei strychnisierten Tieren und bei solchen, die nach Curarevergiftung mit Inductionsschlägen tetanisiert waren, die weissen Muskeln nicht farbig, die roten nicht reicher an Hämoglobin wurden.

Nach alledem war also festgestellt, dass die rote Farbe der Muskeln vieler Tiere von einem den Muskelfasern angehörenden Farbstoff herrührt, und dass dieser Farbstoff mit dem Hämoglobin identisch ist. Woher die Verschiedenheit der Menge des Hämoglobins in den Muskeln herrührt, kann nach den bisherigen Untersuchungen nicht mit Sicherheit entschieden werden.

Dagegen galt es als feststehend, dass, abgesehen von der acide salmonique im Lachsfleisch, die von Frémy und Valenciennes aufgefunden war, das Hämoglobin der einzige im Muskel vorkommende Farbstoff sei.

---

[1] Ranvier, Propriétés et structures différentes des muscles blancs chez les lapins et les raies. Gaz. méd. de Paris 1873, p. 644.

[2] Kühne, Zur Geschichte des Hämoglobins der Muskeln. Unters. aus dem phys. Inst. zu Heidelberg, II, p. 133. 1882.

Neue Beobachtungen über den Farbstoff der Muskeln wurden von Struve [1] publiciert. Er behandelte verschiedene Fleischsorten mit Aether. Der Aether, welcher sich gelb färbte, wurde stark concentriert und zeigte ein Spektrum, welches mit dem des Oxyhämoglobins übereinstimmt, sich aber von demselben dadurch unterscheidet, dass es durch die Einwirkung weder von Schwefelalkalimetallen noch von Säuren den Veränderungen unterworfen ist, wie sie das Hämoglobin zeigt.

Allein Struve hat ausser dieser ersten nie wieder eine weitere Mitteilung über den von ihm gefundenen Körper gemacht, und obschon er den Wunsch aussprach, dass seine Entdeckung von physiologischer Seite weiter verfolgt werden möge, ist nichts darüber bekannt geworden bis 1884. Von diesem Jahre an wurde von MacMunn [2] eine Reihe von Untersuchungen über Farbstoffe der Muskeln publiciert, die wir jetzt etwas näher ins Auge fassen wollen.

Zunächst schildert MacMunn in einer vorläufigen Mitteilung einen von ihm mittels des Spektroskops in den Muskeln entdeckten neuen Farbstoff und eine Klasse von neuen Farbstoffen, die er in den Geweben und Organen von Wirbellosen und Wirbeltieren gefunden hatte, zu denen er den obenerwähnten Muskelfarbstoff rechnet. Er nennt die Klasse von Farbstoffen Histohämatine, den neuen Muskelfarbstoff Myohämatin.

Im Jahre 1886 veröffentlichte MacMunn [3] eine grössere Abhandlung, in welcher er über seine Untersuchungen über

---

[1] Struve, Ueber das Vorkommen eines neuen Farbstoffes etc. Ber. der deutschen chem. Gesellsch. IX, p. 623. 1876.

[2] MacMunn, Proc. Physiol. Soc. 1884, Nr. IV, December 13.

[3] MacMunn, Researches on Myohaem. and the Histohaem. Philos. Transact. of the royal soc. Part. I. 1886.

Myohämatin und Hystohämatine berichtete. Er untersuchte die betreffenden Gewebsbestandteile, deren Farbstoff er kennen lernen wollte, in einem Compressorium, das die Herstellung einer beliebig dicken Schicht ermöglichte, beleuchtete sie vermittelst eines Condensators und beobachtete mit einem binocularen Mikroskop, dessen eine Hälfte zur Aufsuchung der Gewebsbestandteile diente, während die andere mit einem Spectralocular versehen war und also das Spektrum lieferte. Auf diese Weise untersuchte er die Gewebe und Organe einer grossen Anzahl von Wirbellosen und Wirbeltieren. Unter den ersteren befanden sich verschiedene Mollusken, Echinodermen, Arthropoden und einige Würmer; von den Wirbeltieren lagen ihm verschiedene Reptilien, Amphibien, Fische, Vögel und Säugetiere zur Untersuchung vor. Bei der Untersuchung aller dieser Tiere fand er, dass die Gewebe und Organe derselben verschiedene Absorptionsspektra hervorbrachten, welche er ebensovielen besonderen Farbstoffen zuschrieb. Diese Farbstoffe nannte er Histohämatine.

Er fand, dass die Spektra dieser Farbstoffe eine grosse Aehnlichkeit mit dem Spektrum des Hämochromogen zeigten; er glaubte, dass sie mit dem Hämochromogen verwandt seien. Er fand auch bei manchen seiner Objekte wirkliche Hämochromogenspektra, bei andern wurden die Histohämatinspektra durch reduciernde Agentien, wie Schwefelammonium, erst hervorgebracht oder verstärkt. Dieser letztere Umstand verbunden mit der Beobachtung, dass durch oxydierende Substanzen die Spektra abgeschwächt und zum Verschwinden gebracht werden, führten ihn zur Aufstellung einer Hypothese über die Funktion der Histohämatine. Er glaubt, dass diese Farbstoffe der Respiration der Organe vorstehen, und nannte sie deshalb respiratorische Pigmente.

MacMunn unterzog ferner die Muskeln einer grossen Anzahl von Wirbellosen und Wirbeltieren der mikrospektro-

skopischen Untersuchung. Viele derselben sandten ein eigentümliches Spektrum aus. Dies Spektrum bezog er auf einen besonderen Farbstoff, welchen er Myohämatin nannte. Das Myohematinspektrum war bei manchen seiner Objekte nur schwach entwickelt, bei anderen, z. B. beim Laubfrosch, war es gar nicht vorhanden; sobald man aber eine reducierende Substanz, nämlich Schwefelammonium, hinzubrachte, so trat das Spektrum sehr deutlich hervor.

Bei Einwirkung von Sauerstoff wurden die Absorptionsstreifen schwächer; Säuren brachten sie ganz zum Verschwinden; starke Lösungen von Alkalien veränderten sie in eigentümlicher Weise.

In den Muskeln einiger Insekten, sowie in einer Lösung, welche durch Verdauung von blutfreien Säugetiermuskeln mit Pepsin und Wasser erhalten wurde, zeigte sich das Myohämatinspektum etwas verändert. MacMunn schreibt dies einer Modification des Myohämatin zu. Dies modificierte Myohämatinspektrum zeigte eine grosse Aehnlichkeit mit dem Spektrum des Hämochromogen, von dem es sich dadurch unterscheidet, dass die Absorptionsstreifen desselben näher dem violetten Ende des Spektrums stehen.

MacMunn versuchte auf verschiedene Weise sein Myohämatin zu isolieren; dies gelang ihm jedoch nicht. Nur durch die Einwirkung von Pepsin erhielt er die obenerwähnte, dem Hämochromogen in ihren spektroskopischen Eigenschaften ähnliche, Modification des Myohämatin. Die Absorptionsstreifen derselben wurden durch Zusatz von Natronlauge zum Verschwinden gebracht, nach Anwendung von Schwefelammonium traten sie dann wieder hervor.

In einer späteren Arbeit berichtete MacMunn[1] über

---

[1] MacMunn, Further observations on Myohaematin and the Histohaematins. Journ. of physiol. Vol. VIII, Nr. 2.

weitere Untersuchungen des Myohämatin. Es war ihm gelungen durch eine eigentümliche Behandlungsweise von Muskeln verschiedener Wirbeltiere, besonders des Brustmuskels von Tauben, Lösungen des von ihm entdeckten Farbstoffs zu erhalten und denselben in diesen Lösungen spektroskopisch auf seine Reaktionen zu untersuchen. Die Methoden waren zweierlei Art.

Einmal behandelte er die zerkleinerten Brustmuskeln durch Entbluten getöteter Tauben, nachdem er sie mit Wasser ausgewaschen und dann ausgepresst hatte, mit Kochsalz und fügte dann Wasser bis zur Stärke einer 10% ClNa-Lösung hinzu. Die Lösung wurde dann ausgepresst und unter Druck filtriert. Er erhielt einen rötlichgelben Muskelextrakt, welcher den einen, starken, schmalen Myohämatinstreifen zeigte. Im übrigen zeigte jedoch das Spektrum durchaus keine Aehnlichkeit mit seinen früheren Myohämatinspektren, was er auf die Beimischung von Hämoglobin schob, da er durch Zusatz von Schwefelammonium den breiten Streifen des Hämoglobin hervorbringen konnte.

In einigen Fällen gelang es ihm durch Extraktion des mit Alkohol gefällten Muskelextrakts vermittelst alkoholischer Kalilauge eine Lösung zu gewinnen, die ein dem des alkalischen, Hämatin ähnliches Spektrum aussandte. Dies Spektrum konnte er dann durch Hinzufügung von Schwefelammonium zu der Substanz in ein anderes verwandeln, das sich von dem Myohämatinspektrum dadurch unterschied, dass die Streifen näher dem Rot standen.

Es gelang ihm ferner durch Hinzufügung von starker Schwefelsäure zu dem durch Alkohol coagulierten Muskelfiltrat einen Körper zu erhalten, dessen Spektrum mit dem des Hämatoporphyrin ziemlich übereinstimmte.

Eine zweite Methode zur Isolierung seines Myohämatins, wandte Mac Munn an, indem er auf die Untersuchung von Struve zurückging. Er behandelte ebenfalls Fleisch mit Aether,

wandte aber seine Aufmerksamkeit nicht dem Aether, sondern dem bei Einwirkung des Aethers entstehenden Muskelsaft zu. Bei der Behandlung eines Ochsenherzens mit Aether erhielt er nach zweitägiger Aethereinwirkung von dem Muskelsaft ein Spektrum, in welchem Myohämatin- und Methämoglobinstreifen gemischt waren. Nach Einwirkung von Schwefelammonium entwickelte sich das Spektrum des Hämoglobin mit dem des Myohmatin gemischt. Mac Munn fand jedoch beim Arbeiten mit dem Muskelextrakt vom Ochsenherzen, dass die Beobachtungen durch reichliche Beimengung von Hämoglobin gestört wurden, und zog es deshalb vor, die die weiteren Untersuchungen an den Muskeln zu machen, in denen nach seiner Ansicht das Myohämatin der einzige Farbstoff ist, nämlich am Brustmuskel der Tauben.

Durch Behandlung mit Aether entzog Mac Munn den Brustmuskeln entbluteter Tauben einen rötlich gelben Muskelsaft, welcher das Spektrum des modificierten Myohämatin zeigte. Dies Spektrum konnte durch einstündiges Durchleiten eines Stromes von Kohlensäure oder von Sauerstoff durch den Muskelsaft nicht verändert werden. Zusatz von Schwefelammonium verstärkte die Streifen des Myohämatin. Dieses verstärkte Spektrum konnte ebenfalls durch Einwirkung von Sauerstoff nicht verändert werden, und hierauf stützte Mac Munn die Behauptung, dass das Myohämatin nicht wie das Hämoglobin eine lockere Verbindung mit dem Sauerstoff eingehe.

Der Muskelsaft gab beim Zusatz von absolutem Alkohol, von Essigsäure und beim Erhitzen einen Niederschlag, der sich durch seine Reaktionen als eine Eiweisssubstanz charakterisiert. Ausserdem enthielt das durch absoluten Alkohol gefällte Coagulum das spektroskopisch nachweisbare Myohämatin und zeigte dieselben optischen Reaktionen wie der Muskelsaft selbst. Es gelang ihm nicht, aus dem Coagulum den

Farbstoff zu isolieren, und er schloss hieraus, dass das Myohämatin mit einer Proteïnsubstanz eng verbunden, dass es eine gefärbte Proteïnsubstanz sei.

Ferner fand Mac Munn durch Behandlung mit Aether Myohämatin in den roten Muskeln des Kaninchens, Spuren des Farbstoffs in den weissen Muskeln desselben Tieres.

Um die Zersetzungsprodukte des Myohämatin zu erhalten, behandelte er die durch Alkohol gefällten Coagula mit verschiedenen Reagentien. Er erhielt durch Zusatz von alkoholischer Kali- oder Natronlauge kein alkalisches Hämatin. Durch Behandlung mit schwefelsäurehaltigem Alkohol dagegen erhielt er eine Art von saurem Hämatin. Durch Einwirkung von starker Schwefelsäure erhielt er Hämatoporphyrin. Mac Munn glaubt bewiesen zu haben, dass das Myolämatin und die Histohämatine nicht Zersetzungsprodukte des Hämoglobins, sondern Muttersubstanzen von grosser physiologischer Wichtigkeit seien.

Die Aehnlichkeit des modificierten Myohämatins mit dem Hämochromogen in seinem spektroskopischen Verhalten findet er auffallend, constatiert jedoch einige Verschiedenheiten in der Stärke und Stellung der Streifen.

Eine Bestätigung von anderer Seite haben die Angaben von MacMunn, soweit die Litteratur verfolgt werden konnte, nichts gefunden.

Mac Munn hat also in den Muskeln vieler Tiere einen Körper gefunden, welcher durch Absorptionstreifen von bestimmter Stellung im Spektrum charakterisiert ist. Er hat diesen Körper Myohaematin genannt und glaubte ihn in zwei verschiedenen Zuständen kennen gelernt zu haben. Er glaubte nämlich, dass zwei etwas verschiedene Spektra von dem Myohämatin herrührten. Jedoch konnte der Körper nur in der einen Erscheinungsform, welche modificiertes Myohämatin genannt wurde, aus dem Muskel abgetrennt und in Lösungen

erhalten werden. Nur in dieser Gestalt konnte er also auf sein chemisches und spektroskopisches Verhalten genauer untersucht werden. Deshalb verdient das modificierte Myohämatin vor dem anderen Berücksichtigung. Es zeichnete sich sein Spektrum durch eine auffallende Aehnlichkeit mit dem Spektrum des Hämochromogens aus. MacMunn war diese Aehnlichkeit nicht entgangen. Er glaubte jedoch aus gewissen Gründen schliessen zu dürfen, dass Myohämatin und Hämochromogen nicht identisch seien, sondern dass das erstere einen eigenen, mit bestimmten Funktionen begabten Muskelfarbstoff vorstelle.

Es dürfte hier geboten sein, die Begründung dieser Annahme zu prüfen. Es ist dann unsere Aufgabe, zu untersuchen, wo und unter welchen Verhältnissen das Myohämatin zuerst auftritt, dasselbe möglichst in einer angreifbaren Form zu isolieren, sein Verhalten gegen Reagentien festzustellen und spektroskopisch zu verfolgen, seine Zersetzungsprodukte kennen zu lernen und somit seine Stellung zu den bis jetzt bekannten, im Tierkörper vorkommenden Farbstoffen zu ermitteln.

Zur Lösung dieser Aufgabe schien es nicht vorteilhaft, die Untersuchungen, wie MacMunn es gethan hatte, mit einem Mikrospektroskop vorzunehmen; es war ja möglich, das Myohämatin nach den von MacMunn angegebenen Methoden in grösseren Mengen in Lösung zu erhalten, so dass die Beobachtungen mit dem Browning'schen Taschenspektroskop à vision directe und mit grösseren, zu genauen Messungen geeigneten Instrumenten ausgeführt werden konnten. Für die folgenden Untersuchungen benutzte ich erstens ein Taschenspektroskop aus der Werkstätte von Browning in bekannter Einrichtung und zweitens eine Combination grösserer Instrumente, welche in folgender Weise angeordnet waren.

Das Licht trat durch einen Spalt, dessen Schneiden mit

Mikrometerschrauben bewegt und genau eingestellt werden konnten, dann durch eine Collimatorlinse von grossem Fokus. Es wurde dann in einem grossen Steinheil'schen Prisma aus Flintglas in das Spektrum zerlegt und dieses letztere durch ein Fernrohr, dessen sämmtliche Linsen aus Quarz gefertigt sind, beobachtet. Eine photographierte Skala, beleuchtet durch eine Petroleumlampe, wurde in üblicher Weise durch die hintere Prismafläche, welche als Spiegel diente, in die Axe des Fernrohrs reflektiert und erschien im Gesichtsfeld horizontal in dem gleichfalls horizontal entworfenen Spektrum des zerstreuten Tageslichts. Die Spektrallinien D, E und b und ihre Stellung in der Skala dienten zur Grundlage für die Berechnung der mit der Skala beobachteten Stellung der Absorptionsstreifen auf die entsprechenden Wellenlängen. Alle Beobachtungen im reflektierten Tageslicht und alle vorläufigen Untersuchungen über das Vorhandensein von Absorptionsstreifen überhaupt wurden mit dem Taschenspektroskop ausgeführt.

Es galt zunächst die Art des Auftretens des Myohämatins zu untersuchen. Zu dem Zwecke wurden zwei Tauben durch Enthaupten getötet, und ihr Blut durch Auslaufenlassen aus den Halsgefässen entfernt. Die Brustmuskeln wurden dann so präpariert, dass die in die Muskeln eintretenden Blutgefässe erst nach Loslösung der übrigen Muskelmasse durchschnitten wurden und also die Muskeln nicht mehr durch das austretende Blut verunreinigt wurden. Die Muskeln wurden dann in kleine Stücke geschnitten, gehackt und mit Wasser sorgfältig ausgewaschen und ausgepresst. Dann wurde die von dem einen Tier herrührende Portion mit wenig Wasser übergossen in eine mit eingeschliffenem Glaspfropfen verschliessbare Flasche gebracht. Die andere Portion wurde mit ClNa in einer Reibschale zerrieben, dazu nach und nach Wasser hinzugefügt, so dass eine 10% ClNa Lösung entstand, und diese Masse eben-

falls in eine verschliessbare Flasche gebracht. Beide Portionen wurden sofort mit dem Taschenspektroskop im reflektierten Licht untersucht. Die Muskelmassen lieferten ein sehr schönes klares Oxyhämoglobinspektrum. Am folgenden Tage jedoch war in den beiden geschilderten Portionen eine schon äusserlich durch die Farbe kenntliche Teilung der Muskelmassen in drei Schichten eingetreten, die an den Grenzen allmählich in einander übergingen. Spektroskopisch im reflektierten Licht untersucht lieferte die erste hellrote Schicht das Spektrum des Oxyhämoglobin, die darunter lagernde dunkelrote den breiten Streifen des Hämoglobin. Die unterste eigentümlich hellrot mit einem Stich ins Gelbe gefärbte Schicht entwarf ein Spektrum, dessen Absorptionsstreifen demjenigen des Myohämatin von MacMunn entsprachen. Im Lauf der folgenden Tage nahm die unterste das Myohämatin enthaltende Schicht auf Kosten der darüber liegenden immer mehr zu; jedoch blieb an der oberen Grenze, der unteren Grenze des Aethers resp. der in der Flasche enthaltenen Luft entsprechend, noch lange eine Schicht bestehen, welche nur Oxyhämoglobin enthielt.

In derselben Weise, wie sie eben von den Muskeln der Taube geschildert ist, wurden die Muskeln mehrerer Kaninchen, welche durch Blutentziehung getötet waren, wenige Stunden nach dem Tode behandelt. Es wurde bei diesen Muskelmassen die gleiche Aufeinanderfolge der spektroskopischen Erscheinungen wie bei den von den Tauben gewonnenen beobachtet; es zeigten sich zuerst nur die Streifen des Oxyhämoglobin, welche nach mehreren Tagen aus den unteren Schichten verschwanden, indem die Absorptionsstreifen des Myohämatin an ihre Stelle traten. Es lieferten jedoch die Muskeln dieser Tiere, welche nachgewiesenermassen nur geringe Mengen von Farbstoff enthalten, ein sehr schwaches Myohämatinspektrum.

Dagegen wurde in den Beobachtungen, welche an den

Muskeln eines durch Blutentziehung getöteten Hundes angestellt wurden, ein vortreffliches Seitenstück zu dem oben von den Taubenmuskeln mitgeteilten gewonnen. Die Muskeln wurden, drei Stunden nach dem Tode des Tieres, in der oben geschilderten Weise vorbereitet, in drei Portionen geteilt und hiervon zwei mit wenig Wasser und Aether, eine mit ClNa und Wasser behandelt. Bereits nach zwei Stunden war in den mit Aether behandelten Muskelmassen die Teilung in eine obere Oxyhämoglobin und eine untere Hämoglobin enthaltende Schicht scharf ausgesprochen. Die mit ClNa versetzte Partie enthielt fast nur noch Hämoglobin. In der Folge entwickelten sich die Erscheinungen ebenso weiter, wie sie oben von den Taubenmuskeln geschildert sind.

Es wurde ferner ein Ochsenherz, nachdem es auf die oben angegebene Weise vorbereitet war, in drei Portionen getheilt und hiervon zwei mit Aether und eine mit ClNa behandelt. Auch hier konnten die oben geschilderten Beobachtungen wiederholt werden. Es waren jedoch in diesen Muskelmassen sehr reichliche Mengen von Hämoglobin enthalten, welche nur langsam und nur in geringem Masse durch das Myohämatin ersetzt wurden.

Um die Frage zu entscheiden, ob die nach dem Absterben im Tierkörper eintretenden Veränderungen einen Einfluss auf das Auftreten von Myohämatin ausüben, wurden an Tauben vergleichende Untersuchungen angestellt. Es wurden zweimal die Brustmuskeln von je zwei Tauben nach der oben erwähnten Methode vorbereitet und mit Wasser und Aether behandelt, das eine Mal sofort nach der Tötung der Tiere, das andere Mal nachdem die Tiere nach dem Tode achtzehn Stunden hindurch in einem mässig kühlen Raume gelegen hatten. Es konnte jedoch kein Unterschied der in der Folge beobachteten Erscheinungen constatiert werden; in beiden Fällen wurden nur die oben berichteten Veränderungen gefunden.

Bei allen den besprochenen Muskelgemengen, mochten sie nun mit Aether oder mit ClNa behandelt sein, mochten sie sofort nach dem Tode oder mehrere Stunden nach demselben in Angriff genommen sein, stellten sich nach einiger Zeit deutliche Spuren von Fäulniss ein. Es entwickelten sich Gasblasen, es war besonders bei den mit ClNa behandelten Portionen ein fauliger Geruch bemerklich, und es konnten Fäulnissorganismen nachgewiesen werden. Durch die Fäulniss wurden die Muskeln in ihrem spektroskopischen Verhalten mehr oder weniger verändert. Die wesentlichsten Veränderungen zeigten die mit ClNa behandelten Portionen. In diesen ging die Fäulniss sehr stürmisch vor sich. Es bildete sich in denselben bald Hämatin in sehr grosser Menge aus, und vom Hämatin sowohl als vom Myohämatin waren nur noch Spuren spektroskopisch nachzuweisen.

In den mit Aether behandelten Portionen ging die Fäulniss weniger stürmisch vor sich, und dies schien das Auftreten resp. die Bildung von Myohämatin zu begünstigen. Bei einigen Portionen, bei welchen die Fäulniss, ohne allzu heftig zu verlaufen, doch intensiv wirkte, entfärbten sich sowohl die Muskeln als auch die umgebende Flüssigkeit mehr oder weniger stark und lieferten dann ein immer deutlicheres und kräftigeres Myohämatinspektrum.

Um das Myohämatin möglichst abzutrennen und für genauere Untersuchungen zugänglich zu machen, um es vor allem bei durchfallendem Lichte beobachten zu können, wurde eine Scheidung von Muskel und Flüssigkeit vorgenommen. Die Massen wurden durch Leinenfilter gepresst. Mit den dadurch erhaltenen Flüssigkeiten wurden, wenn sie eine ClNa-Lösung darstellten, je nach der Menge grössere oder kleinere, mit Glaspfropfen verschliessbare Flaschen ausgefüllt. Die früher mit Aether behandelten Flüssigkeiten wurden in ähnlichen Flaschen mit Aether übergossen.

Diese letzteren Lösungen, welche besonders reichlich mit Myohämatin versehen waren, wurden mit dem oben beschriebenen grösseren Spektralapparat untersucht. Die für das Myohämatin charakteristischen Streifen im Spektrum wurden hinsichtlich ihrer Stellung und Stärke mit den ihnen sehr ähnlichen Streifen verglichen, welche zwei verschiedene Arten von Hämochromogenlösungen lieferten.

Die eine Gruppe dieser Hämochromogenlösungen war von Herrn Prof. Hoppe-Seyler selbst nach der von ihm angegebenen Methode angefertigt worden. Er liess Hämoglobinlösungen von verschiedenem Gehalt an Hämoglobin in verschlossenen Röhren stehen, bis durch die Fäulniss der vorhandene Sauerstoff vollständig verbraucht war. Dieser Zustand war dann eingetreten, wenn in der Flüssigkeit auch nach längerem Schütteln keine Spur von Oxyhämoglobin durch das Spektroskop nachgewiesen werden konnte. Die Lösungen wurden dann im Wasserbad auf 100° erhitzt. Dadurch wird das Hämoglobin gespalten, und die Lösung liefert das Spektrum des Hämochromogen. Die andere Hämochromogenlösung wurde nach den Angaben von Stokes hergestellt, indem zu einer alkalischen Hämatinlösung Schwefelammonium hinzugefügt wurde.

Die bei der Messung gefundenen Werte sind in die nachfolgende Tabelle eingetragen. Die erste Rubrik derselben enthält die Bezeichnung der untersuchten Lösung. Die folgende Rubrik verzeichnet die während der Messungen beobachtete Stellung der Linien D, E und b zu der Skala. Die dritte Rubrik enthält die gefundenen Begrenzungen der Absorptionsstreifen, welche in Teilstrichen der Skala aufgezeichnet sind. Dabei ist die nach dem roten Ende des Spektrums stehende Grenze als Anfang, die nach der violetten Seide stehende als Ende bezeichnet worden. In der letzten Rubrik endlich stehen dieselben Grenzlinien, deren Stellungen

Bezeichnung der Lösungen	Stellung der Linien			Stellung der Streifen				Wellenlängen			
				I		II		Streifen I		Streifen II	
	D	E	b	Anf.	Ende	Anf.	Ende	Anfang	Ende	Anfang	Ende
Hämochromogenlösung nach Hoppe-Seyler	0	50	60	20	35	50	63	5653,0	5473,75	5269,00	5139,15
Hämochromogenlösung nach Stockes . . .				17	31	45	60	5688,95	5521,55	5354,25	5175
Stark alk. Hämochromogenlösung n. Stokes				17	31	45	60	5688,95	5521,55	5354,25	5175
Myohämatin vom Hund				27	35	57	63	5569,35	5473,75	5210,85	5139,15
Myohämatin von Taube				27	35	53	47	5569,35	5473,75	5288,65	5091,35
Wellenlänge der Sonnenlinien nach Angström	5894	5269	5175								

zum Sonnenspecktrum nach Angström[1] berechnet sind. Als Grundlage dienten dafür die von Angström angegebenen Werte der Wellenlängen der Linien D, E und b, welche gleichfalls in der zweiten Rubrik notiert sind.

Es zeigt sich bei Betrachtung der Tabelle, dass die Streifen des Myohämatin, verglichen mit denen des Hämochromogen, nach der stärker gebrochenen Seite des Spektrums hin verschoben sind. Aber auch die Hämochromogenlösungen verschiedenen Ursprungs stimmen hinsichtlich der Stellung ihrer Absorptionsstreifen nicht genau mit einander überein. Diejenigen Lösungen, welche nach Stokes' Vorschrift hergestellt sind, entwerfen ein Spektrum, dessen Streifen dem schwächer gebrochenen Teil des Spektrums näher stehen als die nach Hoppe-Seylers Angaben angefertigten Hämochromogenlösungen.

Es wurde untersucht, ob diese Verschiedenheit in der Stellung der Streifen mit dem Unterschied im Alkaligehalt der Lösungen zusammenhängt. Zwei nach Stokes hergestellte Hämochromogenlösungen, von denen die eine sehr viel, die andere wenig Natronlauge enthielt, zeigten keine Verschiedenheiten im Spektrum. Ferner konnten weder durch Zusatz von Natronlauge noch von kohlensaurem Natron zu den Myohämatinlösungen Veränderungen in der Stellungder Absorptionsstreifen hervorgebracht werden.

Durch Zusatz von sauerstofffreier Salzsäure zu der Myohämatinlösung wurde das Myohämatinspektrum zum Verschwinden gebracht.

Es wurde ferner das Verhalten des Myohämatin dem atmosphärischen Sauerstoff gegenüber untersucht. Wurden die Myohämatinlösungen (die mit Aether bedeckten nach Abgiessen des Aethers) mit Luft geschüttelt so wurden die Myohämatin-

---

[1] **A. J. Angström, Recherches sur le Spectre solaire.**

streifen im Spektrum schwächer, und nach längerem Stehen der Flüssigkeiten an der Luft verschwanden sie vollständig.

Es war in einzelnen Lösungen noch eine Spur von Oxyhämoglobin, in andern nnr noch eine gleichmässige Verdunkelung des gesammten Spektrums zu sehen. Diese letztere ist auf die Anwesenheit von Hämatin in der Flüssigkeit zu beziehen.

Wurde nun der Aether wieder aufgegossen und die Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffs wieder aufgehoben, so stellte sich nach ein bis zwei Tagen das Myohämatinspektrum wieder ein. Diese Beobachtung konnte mehrmals an derselben Flüssigkeit wiederholt werden, schliesslich aber blieb das Myohämatin aus. Wenn man dann der Lösung Schwefelammonium zusetzte, so erschienen die Myohämatinstreifen in ihrer früheren oder in noch grösserer Stärke wieder.

Die vorstehenden Untersuchungen haben in wesentlichen Punkten andere Resultate ergeben als die Arbeiten von Mac Munn. Der letztere hat das Myohämatin teils sofort nach der Zubereitung des Präparates, teils nach wenigen Stunden nachweisen zu können geglaubt; ich habe gefunden, dass in den Muskeln und in den zubereiteten Muskelmassen von vornherein nur Hämoglobin vorhanden ist, dass allmählich durch Verschwinden des Sauerstoffs das Oxyhämoglobin in Hämoglobin übergeführt wird und endlich in den tiefsten Teilen, in denen der Sauerstoff zuerst verschwunden ist, wo also der Sauerstoff verzehrende Process am längsten und intensivsten gewirkt hat, das Hämoglobin in Myohämatin übergeht.

MacMunn fand, dass der Sauerstoff keine Einwirkung auf das Myohämatin ausübe. Nach meinen Untersuchungen verschwindet das Myohämatinspektrum bei Zutritt von atmosphärischem Sauerstoff zu den Myohämatinlösungen, und es tritt eine Verdunkelung des Spektrums ein, welche auf Hämatin zu beziehen ist. Durch Zusatz von reducierenden Sub-

stanzen wird das Myohämatinspektrum wieder zum Vorschein gebracht, wie dies auch MacMunn angiebt. MacMunn sagt, dass das Spektrum des Myohämatin dem des Hämochromogen ähnlich sei, aber doch einige Verschiedenheiten von demselben zeige. Nach der oben aufgestellten Tabelle besteht die Aehnlichkeit in der Gleichheit der Stärke und gegenseitigen Entfernungen der entsprechenden Absorptionsstreifen; die Verschiedenheit darin, dass die Streifen des Myohämatin näher dem violetten Teile des Spektrums stehen als die des Hämochromogen. Dieser Unterschied verliert an Bedeutung dadurch, dass die Hämochromogenlösungen verschiedenen Ursprungs gleichfalls kleine Unterschiede hinsichtlich der Stellung ihrer Absorptionsstreifen zeigen.

Aus diesen Gründen nehme ich an, dass das Myohämatin nicht, wie MacMunn glaubt, ein besonderer dem Muskel eigentümlicher Farbstoff ist, sondern ein Zersetzungsprodukt des Hämoglobin darstellt. Seine spektroskopischen Erscheinungen sowohl als seine Entstehungsweise und seine Reaktionen beweisen, dass es Hämochromogen ist.

Hämochromogen entsteht, wenn Hämoglobin bei Abwesenheit von Sauerstoff durch Erhitzen auf 100° gespalten, oder wenn dem Hämatin in alkalischer Lösung durch reducierende Substanzen Sauerstoff entzogen wird. Nur die letztere Entstehungsweise ist unter den, in den obigen Untersuchungen hergestellten Bedingungen denkbar.

Da in den Muskeln ursprünglich nur Hämoglobin enthalten ist, so muss dasselbe erst gespalten und in Hämatin umgewandelt, das letztere dann reduciert und in Hämochromogen übergeführt werden. Diese doppelte Aufgabe leistet die Fäulniss, welche nach kurzer Zeit in den Massen beginnt. Damit aber die beiden Vorgänge der Spaltung und der Reduktion ungestört verlaufen können, darf die Fäulniss keine zu stürmische sein. Dies wird erreicht, wenn die Fäulniss durch

Aufgiessen von Aether oder durch ClNa verlangsamt wird. Wenn nun zu den Hämochromogenlösungen der Sauerstoff der atmosphärischen Luft tritt, so wird das Hämochromogen zu Hämatin oxydiert. Wird aber die Einwirkung des Sauerstoffs wieder aufgehoben, so tritt die reducierende Kraft der Fäulniss wieder in Thätigkeit, und es wird wieder Hämochromogen gebildet, welches spektroskopisch nachweisbar ist. Das letztere geschieht auch dann, wenn zu den Lösungen, in denen durch Einwirkung des Sauerstoffs das Hämochromogen in Hämatin übergeführt war, reducierende Agentien gebracht werden.

So wie das Myohämatin sich als Hämochromogen erwiesen hat, so lässt sich ähnliches für die andern von Mac Munn entdeckten, und von ihm Histohämatine genannten Farbstoffe annehmen. Dieselben scheinen nach den, von ihm gegebenen Zeichnungen ihrer Spektra aus gemischten Zersetzungsprodukten des Hämoglobins zu bestehen.

Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Hoppe-Seyler, für die Anregung zu dieser Arbeit und für das derselben gewidmete gütige Interesse meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.